



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①0 **DE 197 26 763 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 04 L 12/423**

②1 Aktenzeichen: 197 26 763.7  
②2 Anmeldetag: 24. 6. 97  
④3 Offenlegungstag: 7. 1. 99

DE 197 26 763 A 1

⑦1 Anmelder:  
Phoenix Contact GmbH & Co., 32825 Blomberg, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Thielking und Kollegen, 33602 Bielefeld

⑦2 Erfinder:  
Jasperneite, Jürgen, 32839 Steinheim, DE; Fechner,  
Kai, 32683 Barntrup, DE; Detert, Volker, 32278  
Kirchlengern, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:  
EP041 6235A2  
EP044 0982A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Kopplungsanordnung für ein Master-Slave-Bussystem

⑤7 Für ein Master-Slave-Bussystem, welches eine Ringtopologie sowie eine aktive Ankopplung der Busteilnehmer, nämlich der Slaveteilnehmer, ohne Teilnehmeradressen aufweist, wird eine Kopplungsanordnung geschaffen, die ein rückwirkungsfreies Ankoppeln oder Abkoppeln jedes Slaveteilnehmers ermöglicht. Hierzu ist jedem Slaveteilnehmer ein Bypass-Element zugeordnet, welches beim Abkoppeln und Ankoppeln des zugehörigen Slaveteilnehmers eine kurzzeitige Unterbrechung des Datenaustauschs sowie eine Adressenabfrage des Busmasters zwecks Neustrukturierung veranlaßt, wozu die Bypass-Elemente einen nur bei der Adressenabfrage anwählbaren Adressenspeicher haben, der beim Datenaustausch inaktiv ist.

DE 197 26 763 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur Kopplung von Busteilnehmern und Busmaster in einem Master-Slave-Bussystem, welches eine Ringtopologie sowie eine aktive Ankopplung der Busteilnehmer, nämlich der Slave-teilnehmer, ohne Teilnehmeradressen aufweist.

Bussysteme mit Ringtopologie und aktiver Teilnehmer-ankopplung, wie sie aus DIN E 19 258 bekannt sind, weisen ohne spezielle Vorkehrungen nicht die Möglichkeit auf, einzelne Busteilnehmer aus dem Gesamtsystem zu entfernen oder darin einzufügen. Eine solche Möglichkeit bieten bisher nur Bussysteme mit Linientopologie und passiver Teilnehmerankopplung, wie sie DIN 19 245 entsprechen. Aufgrund ihrer Busphysik ist bei den letzteren Bussystemen das Zu- und Abschalten eines Teilnehmers möglich, ohne das Gesamtsystem zum Erliegen zu bringen.

In Ringsystemen anderer Art, nämlich Rechner-Netzwerken, kennt man sogenannte Bypass-Elemente, um bei Entfernen eines Teilnehmers aus dem Ring eine Überbrückung herzustellen. Diese Einrichtungen dienen jedoch ausschließlich der Erhöhung der Verfügbarkeit des Ringsystems, wobei dort die Erholzeit des Systems eine untergeordnete Bedeutung hat. Bei Bussystemen ist es anders, denn hier geht es darum, die Datenübertragung zwischen den miteinander gekoppelten Rechner- oder Steuerungssystemen unterschiedlichster Ausprägung nicht zu unterbrechen, andernfalls muß nicht nur die Datenverknüpfung sondern auch die Funktion der Steuersysteme völlig neu aufgebaut werden.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, für ein Master-Slave-Bussystem der eingangs genannten Art eine Kopplungsanordnung zu schaffen, bei der im Störfalle, wie beim Ankoppeln, dem Abkoppeln oder einem Fehler des betreffenden Slaveteilnehmers die schnelle und direkte Ansteuerung ohne Teilnehmeradressen nur so kurzzeitig unterbrochen wird, daß eine Beeinflussung der über das Bussystem verbundenen Steuerungs- oder Rechnersysteme nicht erfolgt.

Diese Aufgabe wird bei einem erfindungsgemäßen Master-Slave-Bussystem in Ringtopologie dadurch gelöst, daß jedem Slaveteilnehmer ein Bypass-Element zugeordnet ist. Über dieses Bypass-Element wird der Busmaster beim Abkoppeln und Ankoppeln des zugehörigen Slaveteilnehmers veranlaßt, kurzzeitig den direkten Datenaustausch mit den Slaveteilnehmern zu unterbrechen und eine Adressenabfrage zwecks Neustrukturierung des Protokollablaufs vorzunehmen, wozu die Bypass-Elemente einen nur bei dieser Adressenabfrage anwählbaren Adressenspeicher haben, der beim Datenaustausch inaktiv ist.

Für die Erfindung ist wesentlich, daß in dem für eine äußerst schnelle Datenübertragung geeigneten Master-Slave-Bussystem mit aktiver Ankopplung der Busteilnehmer ohne Teilnehmeradressen ein Herausnehmen, ein Einwechseln oder ein Ausfall eines der Slaveteilnehmer nur zu einer kurzzeitigen Neustrukturierung des Protokollablaufs führt, von dem – entsprechend rückwirkungsfrei – die angeschlossenen Steuerungs- oder Rechnersysteme nicht beeinflusst werden. Nach der Neustrukturierung des Ringsystems, das infolge der erfindungsgemäß vorhandenen Bypass-Elemente physikalisch nicht unterbrochen wird, setzt sich der Datenaustausch zwischen dem Busmaster und den Slaveteilnehmern fort, wobei von vornherein die veränderte Ringtopologie nach dem Eintreten eines Störfalles im Protokollablauf des Busmasters berücksichtigt werden kann.

Die Bypass-Elemente können entweder physikalisch getrennt von dem jeweils zugehörigen Slaveteilnehmer angeordnet werden oder in diesen so integriert sein, daß dennoch ein Auswechseln allein des Slaveteilnehmers möglich ist,

wie es im Defektfalle erforderlich wird. Entscheidend ist, daß die Ringtopologie des Bussystems erhalten bleibt, indem die Bypass-Elemente untereinander mittels der hin- und rückführenden Datenkanäle verbunden sind.

5 Damit der Slaveteilnehmer in den Datenaustausch des Ringsystems einbezogen werden kann, ist er mit dem zugeordneten Bypass-Element über eine Empfangsdatenleitung sowie über eine Sendedatenleitung verbunden. Zusätzlich besteht zwischen jedem Slaveteilnehmer und dem zugehörigen Bypass-Element eine Verbindung mittels einer Steuerleitung, über die an das Bypass-Element entweder ein Abkopplungssignal oder ein Ankopplungssignal gegeben wird, je nachdem welche Zustandsänderung gerade eintritt.

Die vom Busmaster auslesbaren Adreßspeicher sind jeweils in den Bypass-Elementen angeordnet, jedoch vorzugsweise von dort nicht unmittelbar abrufbar. So sind in zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung die Adreßspeicher der Bypass-Elemente jeweils mittels einer Schnittstelle mit dem zugehörigen Slaveteilnehmer verbunden, damit nur über diesen im Ankopplungszustand die Adreßspeicher ausgelesen werden können. Ist infolge Fehlens oder Defektes des Slaveteilnehmers der Adreßspeicher durch den Busmaster nicht erreichbar, wird für den weiteren Protokollablauf im Busmaster nicht noch eine zusätzliche Auswertung der Daten des Adreßspeichers des fehlenden Slaveteilnehmers erforderlich.

Vorteilhaft sind die Bypässe aus einer permanenten, passiven Schaltung aufgebaut, die eine explizite Spannungsversorgung nicht benötigt.

30 Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung an einem Ausführungsbeispiel noch näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Master-Slave-Bussystems und

35 Fig. 2 eine schematische Darstellung eines der Slaveteilnehmer mit zugehörigem Bypass des Bussystems nach Fig. 1.

Im einzelnen erkennt man in Fig. 1 einen zentralen Busmaster 1, über den das sogenannte Buszugriffsverfahren des gesamten Systems gesteuert wird. Die Anzahl der zugehörigen Slaveteilnehmer 2 kann unterschiedlich sein, beispielhaft sind in Fig. 1 die einzelnen Slaveteilnehmer 2 ihrer physikalischen Reihenfolge nach numeriert. Die Slaveteilnehmer 2 sind nicht unmittelbar an das Buskabel angeschlossen, welches die Verbindung mit dem Busmaster 1 herstellt, sondern weisen je ein ihnen zugeordnetes Bypass-Element 3 auf, welches nach Art eines Vierpols in das Buskabel mit der hinlaufenden und der rücklaufenden Datenleitung eingefügt ist. Der physikalisch letzte Slaveteilnehmer schließt mit seinem Buselement 3a den Ring des in Ringtopologie aufgebauten Bussystems. Für diese Form des Master-Slave-Bussystems ist wegen der physikalisch eindeutigen Lage der Slaveteilnehmer 2 kein explizites Adressierungsverfahren notwendig. Allerdings ist es dennoch erforderlich, daß der Busmaster 1 erkennen kann, ob der einzelne Slaveteilnehmer 2 angekoppelt, abgekoppelt oder durch einen Defekt beispielsweise ausgefallen ist, dazu dienen die permanent im Ringbussystem verbleibenden Bypass-Elemente 3.

Die notwendigen Komponenten für ein solches Bypass-Element 3 ergeben sich aus Fig. 2. Über eine Schnittstelle 14 wird der vom vorherigen Slaveteilnehmer oder vom Busmaster ankommende Datenkanal 5 und entsprechend der dorthin zurückführende Datenkanal 4 in das Bypass-Element 3 eingeführt. Das Bypass-Element 3 weist eine weiterführende Schnittstelle 15 auf, über die der zum physikalisch nachfolgenden Slaveteilnehmer führende Datenkanal 6 sowie der von hier rückführende Datenkanal 7 angeschlossen sind. Die Datenkanäle 4, 5 und 6, 7 sind an ein Überbrück-

kungselement 8 angeschlossen, welches über eine weitere Schnittstelle 16 mit dem zugehörigen Slaveteilnehmer 2 verbunden ist. Über diese Schnittstelle 16 führt eine Empfangsdatenleitung 11 sowie eine Sendedatenleitung 12 zum Slaveteilnehmer 2 bzw. von dort zurück zum Überbrückungselement 8. Weiter ist über die Schnittstelle 16 noch eine Steuerleitung 13 vom Slaveteilnehmer 2 zum Überbrückungselement 8 geführt und unabhängig davon gibt es eine vierte Schnittstelle 10, über die der Slaveteilnehmer 2 mit einem Adreßspeicher 9 im Bypass-Element 3 verbunden ist.

Ist der Slaveteilnehmer 2 aktiv in das Ringsystem eingekoppelt, wird an der ankommenden Schnittstelle 14 der Sendedatenstrom des physikalischen Vorgängers im Ringsystem über den Empfangsdatenkanal 5, durch das Überbrückungselement 8 und die Empfangsdatenleitung 11 der Schnittstelle 16 des Bypass-Elementes 3 dem Slaveteilnehmer 2 transparent zugeführt. Der Sendedatenstrom für den physikalischen Nachfolger des Slaveteilnehmers 2 wird über die Sendedatenleitung 12 sowie über die weiterführende Schnittstelle 15 des Bypass-Elementes mit Hilfe des Sendedatenkanals 6 geleitet. Umgekehrt wird der Sendedatenstrom des physikalischen Nachfolgers an der weiterführenden Schnittstelle 15 des Bypass-Elementes 3 über den Empfangsdatenkanal 7 transparent dem jeweiligen physikalischen Vorgänger über den Sendedatenkanal 4 der ankommenden Schnittstelle 14 zugeführt.

Die Anweisung über den Ankopplungs- oder Abkopplungszustand des Slaveteilnehmers 2 wird dem Überbrückungselement 8 mit Hilfe der Steuerleitung 13 mitgeteilt. Hierbei bedeutet ein Low-Zustand auf der Steuerleitung 13 die Aufforderung zum Verbinden der ankommenden Schnittstelle 14 und der weiterführenden Schnittstelle 15 des Bypass-Elementes im Überbrückungselement 8, womit der Slaveteilnehmer 2 aus dem Ringbussystem entfernt ist. Entsprechend wird über einen High-Zustand auf der Steuerleitung 13 das Einfügen des Slaveteilnehmers 2 in das Ringsystem signalisiert. Kriterien für das Entfernen des Slaveteilnehmers 2 aus dem Ringbussystem können das Fehlen der Versorgungsspannung am Slaveteilnehmer 2 oder das betriebsmäßig notwendige, physikalische Entfernen des Slaveteilnehmers 2 sein. Auch kann ein Abkoppeln des Slaveteilnehmers 2 aufgrund einer Eigenüberwachung im Defektzustand mit Hilfe der Steuerleitung 13 ausgelöst werden.

Bestimmungsgemäß sind in dem Ringbussystem für die Slaveteilnehmer 2 grundsätzlich keine Geräteadressen für den Datentransfer erforderlich und vorgesehen, es gibt hier lediglich Identifikationskodierungen, die bei Slaveteilnehmern mit gleicher Funktionalität identisch sind. Zur Differenzierung, ob bei mehreren solcher gleichenartigen Slaveteilnehmern 2 der einzelne Slaveteilnehmer 2 vorhanden ist oder nicht, ist der erwähnte Adreßspeicher 9 im Bypass-Element 3 notwendig. Dieser Adreßspeicher 9 dient der nichtflüchtigen Speicherung und Abfrage einer durch den Busmaster 1 vergebenen Nummer, die über den Slaveteilnehmer 2 mit Hilfe der physikalischen Schnittstelle 1 aus dem im Bypass-Element 3 befindlichen Adreßspeicher 9 ausgelesen wird. Diese Adresskodierung kann während der Inbetriebnahme des Bussystems über die üblichen Nachrichtenübertragungszyklen erfolgen. Hierdurch kann der eingefügte oder der entfernte Zustand des jeweiligen Slaveteilnehmers 2 von anderen gleichartigen Slaveteilnehmern 2 vom Busmaster 1 eindeutig unterschieden werden.

Nach der Installierungsphase, in der die angeschlossenen Slaveteilnehmer 2 erfaßt und ihnen eine Geräteadresse vermittelt wurde, leitet der Busmaster 1 den zyklischen Datenaustausch mit allen angekoppelten Busteilnehmern 2 ein. Kommt es in dieser eingeschwungenen Betriebsphase zu ei-

nem Ab- bzw. Ankopplungsvorgang eines Busteilnehmers 2, stellt der Busmaster 1 mit Hilfe einer geeigneten Systemdiagnose diese Veränderung im Ringbussystem fest und identifiziert den ab- bzw. angekoppelten Busteilnehmer 2 durch das Abfragen aller Geräteadressen und einen Vergleich mit der bisherigen Geräteadressliste. Nach der Durchführung einer in Abhängigkeit vom Übertragungsprotokoll unterschiedlich aufwendigen Umorganisation der Teilnehmerlisten im Busmaster 1 erfolgt die Fortführung des zyklischen Datenaustauschs.

#### Patentansprüche

1. Anordnung zur Kopplung von Busteilnehmern und Busmaster in einem Master-Slave-Bussystem, welches eine Ringtopologie sowie eine aktive Ankopplung der Busteilnehmer, nämlich der Slaveteilnehmer (2), ohne Teilnehmeradressen aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß jedem Slaveteilnehmer (2) ein Bypass-Element (3) zugeordnet ist, welches beim Abkoppeln und Ankoppeln des zugehörigen Slaveteilnehmers (2) eine kurzzeitige Unterbrechung des Datenaustauschs sowie eine Adressenabfrage des Busmasters (1) zwecks Neustrukturierung veranlaßt, wozu die Bypass-Elemente (3) einen nur bei der Adressenabfrage anwählbaren Adressenspeicher (9) haben, der beim Datenaustausch inaktiv ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypass-Elemente (3) untereinander mittels der hin- und rückführenden Datenkanäle (5, 6; 4, 7) der Ringtopologie verbunden sind.
3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypass-Elemente (3) aus einer passiven Schaltungsanordnung aufgebaut sind, die im Abkoppel-Zustand des jeweils zugehörigen Slaveteilnehmers (2) ohne explizite Spannungsversorgung arbeitet.
4. Anordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Slaveteilnehmer (2) mit dem zugeordneten Bypass-Element (3) über eine Empfangsdatenleitung (11) sowie über eine Sendedatenleitung (12) und zusätzlich über eine Steuerleitung (13) verbunden ist, wobei über letztere ein Ankopplungs- bzw. ein Abkopplungssignal an das Bypass-Element (3) gegeben wird.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 2-4, dadurch gekennzeichnet, daß der Adreßspeicher (9) im jeweiligen Bypass-Element (3) mittels einer Schnittstelle (10) mit dem zugehörigen Slaveteilnehmer (2) verbunden und nur über diesen im Ankopplungszustand vom Busmaster (1) auslesbar ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

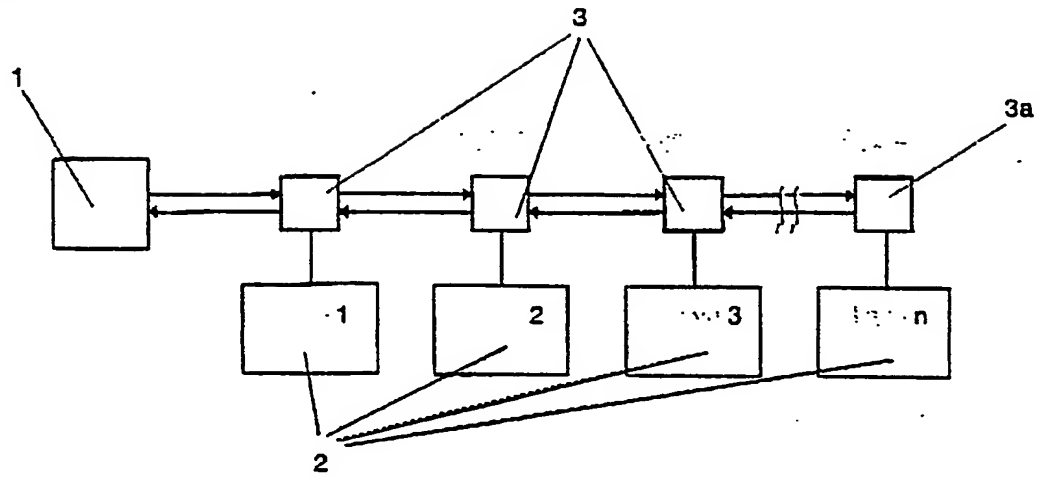


FIG. 2

